

# PENGARUH DEFORMASI TERHADAP FAKTOR KEAMANAN PIT ROTO SELATAN BLOK E1 WALL BARAT PT. PAMAPERSADA NUSANTARA JOBSITE PT. KIDECO JAYA AGUNG KECAMATAN BATU SOPANG, KABUPATEN PASER, KALIMANTAN TIMUR

*(Influence Deformation of the Safety Factor Pit Roto Selatan Block E1 Wall west PT. Pamapersada Nusantara Jobsite PT. Kideco Jaya Agung Batu Sopang Sub-District, Paser Regency, East Kalimantan Province)*

Anggi Permatasari, Revia Oktaviani, Windhu Nugroho  
Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

## ABSTRAK

Kegiatan penambangan yang dilakukan PT. Pamapersada Nusantara jobsite PT. Kideco Jaya Agung menggunakan sistem tambang terbuka (*surface mining*). Dalam hal ini kestabilan lereng perlu diperhatikan karena menyangkut keselamatan pekerja, peralatan mekanis dan fasilitas tambang yang ada disekitarnya. Kestabilan lereng lokasi penelitian ditandai dengan faktor keamanan  $>1,3$ . Berdasarkan data slope stability radar, deformasi yang terjadi pada bulan Maret-April 2018 pada zona atas pada bagian atas, tengah dan bawah sebesar 629,37 mm, 621,686 mm dan 615,537 mm. Pada bulan Mei 2018 deformasi lereng pada zona atas, tengah dan bawah masing-masing sebesar 682,68 mm, 658,23 mm dan 724,00 mm. Sedangkan, pada bulan Juni 2018 pada zona atas, tengah dan bawah sebesar 1.159,98 mm, 1.102,67 mm dan 955,89 mm. selain itu, berdasarkan analisis kestabilan lereng dengan menggunakan *roscience slide* faktor keamanan kondisi aktual pada bulan Maret-Juni 2018 sebesar 1,226; 1,222; 1,179 dan 1,127. Berdasarkan hubungan antara deformasi dan faktor keamanan. Berdasarkan hasil perhitungan deformasi dan analisis yang telah dilakukan pada zona atas dan zona tengah pergerakan yang terjadi cenderung progresif seiring dengan menurunnya faktor keamanan. Dimana pada zona tersebut di dominasi oleh material *mudstone*. Pada zona atas memiliki geometri lereng dengan tinggi *bench* berkisar 9 - 28 meter, lebar *bench* berkisar 3 - 41 meter dan *single slope* berkisar  $26^{\circ}$  -  $37^{\circ}$  dengan *overall slope* zona tengah sebesar  $18^{\circ}$ . Dan pada zona tengah memiliki geometri lereng dengan tinggi *bench* berkisar 3 - 37 meter, lebar *bench* berkisar 10 - 51 meter dan *single slope* berkisar  $36^{\circ}$  -  $38^{\circ}$  dengan *overall slope* zona tengah sebesar  $21^{\circ}$ . Sedangkan pada zona bawah deformasi cenderung stabil. Dimana zona tersebut memiliki geometri lereng dengan tinggi *bench* berkisar 8 - 9 meter, lebar *bench* berkisar 8 - 10 meter dan *single slope* berkisar  $35^{\circ}$  -  $51^{\circ}$  dengan *overall slope* zona tengah sebesar  $15^{\circ}$ .

**Kata Kunci:** faktor keamanan dan deformasi

## Abstract

Mining activities carried out by PT. Pamapersada Nusantara jobsite PT. Kideco Jaya Agung uses surface mining systems. In this case the slope stability needs to be considered because labor, mechanical equipment and facilities that have money are needed. The stability of the location of the research location is marked by a factor of  $> 1.3$ . Based on radar slope stability data, the deformations that occurred in March-April 2018 in the upper zone at the top, middle and bottom were 629,37 mm, 621,668 mm and 615,537 mm. In May 2018 the deformation of slopes in the upper, middle and lower zones was 682,68 mm, 658,23 mm and 724,00 mm respectively. Whereas, in June 2018 the upper, middle and lower zones were 1,159.98 mm, 1,102.67 mm and 955.89 mm. in addition, stabilizing the slope by using the *roscience slide* numbers conditions in March-June 2018 is 1,226; 1,222; 1,179 and 1,127. The relationship between deformation and gender. Based on the results of the deformation and ananalysis calculations that have been carried out in the upper zone and middle zone of movement that occur along with the decline of various factors. Where in the zone is dominated by *mudstone* material. In the upper zone has a slope geometry with a high bench associated 9-28 meters, the width of the joint bench 3 - 41 meters and a single slope in a row  $26^{\circ}$  -  $37^{\circ}$  with a total middle slope of  $18^{\circ}$ . Where as in the middle zone has a slope geometry with a high bench supported 3 - 37 meters, the width of the joint bench 10 - 51 meters and a single slope comes  $36^{\circ}$  -  $38^{\circ}$  with a total middle slope of  $21^{\circ}$ . In the lower zone the bet deformation is stable. Where the zone has a slope geometry with a bench height of 8-9 meters, a bench width of 8-10 meters and a single slope of  $35^{\circ}$ - $51^{\circ}$  with an overall slope of the middle zone of  $15^{\circ}$ .

**Keywords:** Safety factor and deformation

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Dalam kegiatan penambangan yang dilakukan PT. Pamapersada Nusantara menggunakan sistem tambang terbuka (*surface*

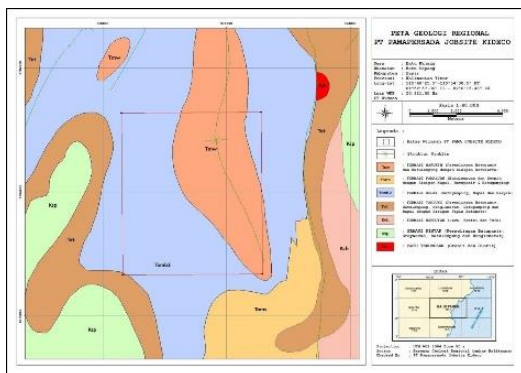
*mining*). Salah satu hal penting yang perlu diperhatikan dalam kegiatan tersebut adalah masalah kestabilan lereng tambang karena menyangkut keselamatan pekerja, peralatan mekanis dan fasilitas tambang yang berada di sekitarnya.

Analisis kestabilan lereng yang dilakukan merupakan daerah kritis yang masih harus melakukan optimalisasi penambangan di area *pit* yang ada sesuai dengan kebijakan yang diberikan PT. Kideco Jaya Agung kepada PT. Pamapersada Nusantara. Hal tersebut dilakukan karena daerah tersebut mempunyai karakteristik geometri dari endapan batubara dan dalam rangka efisiensi biaya. Dengan rencana pencapaian produksi di tahun 2018 maka perlu di dukung oleh adanya kondisi *pit* yang aman dan stabil.

Oleh karena itu, untuk mendukung ketercapaian produksi yang ditetapkan pada elevasi tersebut dengan mengutamakan keamanan dan keselamatan perlu adanya dilakukan kajian kestabilan lereng pada daerah kritis. Selain itu dilakukan pemantauan pergerakan yang terjadi menggunakan *slope stability radar*.

### Stratigrafi Regional

Secara regional daerah penelitian pit Roto Selatan PT. Pamapersada *jobsite* PT. Kideco Jaya Agung berada di dalam Cekungan Pasir yang merupakan bagian dari Cekungan Barito. Cekungan Pasir terletak di sebelah tenggara-utara-selatan pada perbatasan antara Kalimantan Timur dan Kalimantan Selatan. Berdasarkan lokasi penelitian terletak pada Formasi Warukin, Formasi Berai dan Formasi Tanjung. Formasi Warukin merupakan perselingan antara lapisan batu pasir dan lapisan batu lempung dengan sisipan batubara dan untuk Formasi Berai terdapat batu gamping, napal dan serpih.



Gambar 1. Peta Geologi Regional

Secara garis besar lokasi kontrak kerja PT. Kideco Jaya Agung terletak pada Formasi Warukin yang banyak mengandung endapan batubara yang diselingi oleh batulempung dan batupasir. Pada daerah penelitian terdapat struktur geologi berupa lipatan sinklin dengan sumbu relatif dari utara-selatan dan terdapat juga stuktur sesar. Arah lapisan batubara secara

umum mengarah kearah utara-selatan dengan kemiringan lapisan sekitar 12°-13°.

### Sifat Fisik dan Mekanik Batuan

Batuan mempunyai sifat-sifat tertentu yang perlu diketahui dalam mekanika batuan dan dapat di kelompokkan menjadi dua, yaitu: sifat fisik batuan seperti bobot isi, berat jenis, porositas, absorpsi dan *void ratio* dan sifat mekanik batuan seperti uji kuat tekan triaksial. Kedua sifat tersebut dapat ditentukan baik di laboratorium maupun lapangan (*in-situ*) (Arif, 2016).

### Kriteria Keruntuhan Generalized Hoek – Brown

Kriteria keruntuhan Hoek-Brown pertama kali dikembangkan untuk analisa terowongan pada massa batuan terkekarkan

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 + \sigma_{ci} \left( m_b \frac{\sigma'_3}{\sigma_{ci}} + s \right)^a$$

$\sigma'_1$  dan  $\sigma'_3$  adalah tegangan efektif maksimum dan minimum pada saat runtuh,  $m_b$  konstanta Hoek-Brown,  $m$  untuk massa batuan,  $s$  dan  $a$  adalah konstanta yang tergantung kepada karakteristik massa batuan, dan  $\sigma_{ci}$  adalah nilai kuat tekan batuan utuh.

### Kriteria Keruntuhan Mohr-Coulomb

Parameter geoteknik yang banyak digunakan saat ini adalah berdasarkan kriteria keruntuhan Mohr-Coloumb, sehingga perlu ditentukan kesetaraan nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) untuk setiap massa batuan. Hal ini dilakukan dengan cara mencocokkan kurva hasil perhitungan kriteria keruntuhan Hoek-Brown untuk berbagai nilai tegangan principal minimum. Nilai kohesi dan sudut geser dalam dapat dihitung menggunakan persamaan.

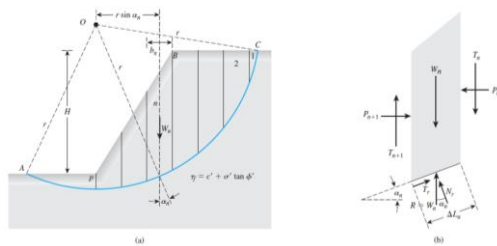
$$\phi' = \sin^{-1} \left[ \frac{6am_b(s+m_b\sigma'_{3n})^{a-1}}{2(1+a)(2+a)+6am_b(s+m_b\sigma'_{3n})^{a-1}} \right]$$

$$c' = \frac{(\sigma_{ci} [(1+2a)s+(1-a)m_b\sigma'_{3n}](s+m_b\sigma'_{3n})^{a-1})}{[(1+a)(2+a) \times \sqrt{\frac{1+6am_b(s+m_b\sigma'_{3n})^{a-1}}{(1+a)(2+a)}}]}$$

### Metode Bishop

Metode Bishop adalah Metode yang diperkenalkan oleh A.W. Bishop menggunakan cara potongan dimana gaya-gaya yang bekerja pada tiap potongan ditunjukkan seperti pada gambar 2. Metode Bishop dipakai untuk menganalisis permukaan gelincir (*slip surface*) yang berbentuk lingkaran. Dalam metode ini diasumsikan bahwa gaya-gaya normal total berada/bekerja dipusat alas potongan dan bisa ditentukan dengan menguraikan gaya-gaya pada

potongan secara vertikal atau normal. Persyaratan keseimbangan dipakai pada potongan-potongan yang membentuk lereng tersebut. Metode Bishop menganggap bahwa gaya-gaya yang bekerja pada irisan mempunyai resultan nol pada arah vertikal. Untuk lereng yang dibagi menjadi  $n$  buah *slice* (iris).



**Gambar 2.** Analisis Kestabilan dengan Metode Irisan Biasa. (a). Percobaan Keruntuhan Pada Permukaan (b).

## METODOLOGI

### Tahap Persiapan

Tahapan persiapan yang dilakukan meliputi:

- Studi Literatur  
Tahap awal sebelum melakukan penelitian ini adalah studi literatur. Studi literatur ini meliputi berbagai literatur dari buku, jurnal, dan juga hasil atau laporan dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.
- Observasi Lapangan

Pada tahap observasi lapangan ini merupakan tahap dimana pencarian masalah yang akan diangkat dalam penelitian.

### Pengambilan Data

Pengambilan data di kelompokkan menjadi dua bagian, yaitu data primer dan data sekunder.

#### Data primer

- a. Situasi lokasi penelitian
- b. Geometri lereng
- c. *Intact rock strength*
- d. Klasifikasi massa batuan menggunakan *rock mass rating*
- e. data deformasi

#### Data sekunder

- a. Peta topografi
- b. Sifat fisik dan mekanik batuan
- c. Litologi

### Pembahasan dan Pengolahan Data

Setelah diperoleh data primer dan sekunder, maka selanjutnya akan diolah sesuai dengan klasifikasinya. Adapun data yang akan diolah yaitu:

- a. Klasifikasi massa batuan

- b. Penentuan dan pembuatan penampang
- c. Pembuatan *draftsight* bidang lapuk
- d. Menentukan kriteria keruntuhan batuan
- e. Menentukan faktor kerusakan akibat ledakan (D)
- f. Menentukan muka air tanah
- g. Menentukan *seismic load* lokasi penelitian
- h. Menghitung faktor keamanan

### Analisis Kestabilan Lereng

Setelah dilakukan pengolahan data, selanjutnya pada tahap ini dilakukan analisis dengan menggunakan *software rocscience slide* dengan metode Bishop. Muka air tanah diasumsikan jenuh (*full saturated*). Adapun klasifikasi dalam analisis ini, yaitu analisis kestabilan lereng kondisi aktual

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi Lokasi Penelitian

Kondisi lokasi penelitian *pit* Roto Selatan *wall* barat terjadi *failure* pada bulan November 2015. *Failure* tersebut membentuk *crack* yang memanjang dari arah utara hingga selatan. Retakan semakin membesar dengan pergerakan prisma hingga 5 meter. Hal tersebut dapat mempengaruhi kestabilan lereng di sisi barat. Berdasarkan analisis geoteknik dari PT. Kideco Jaya Agung, nilai faktor keamanan (FK) *wall* barat saat itu hanya 0,741 yang artinya lereng tersebut tidak stabil.

### Kondisi Geologi

Daerah penelitian *pit* Roto Selatan PT. Pamapersada Nusantara *jobsite* PT. Kideco Jaya Agung berada di dalam Cekungan Pasir yang merupakan bagian dari Cekungan Barito. Cekungan Pasir terletak di sebelah tenggara-utara-selatan pada perbatasan antara Kalimantan Timur dan Kalimantan Selatan. Berdasarkan lokasi penelitian terletak pada Formasi Warukin, Formasi Berai dan Formasi Tanjung. Formasi Warukin merupakan perselingan antara lapisan batu pasir dan lapisan batu lempung dengan sisipan batubara dan untuk Formasi Berai terdapat batu gamping, napal dan serpih.

### Geometri Lereng

Adapun geometri lereng tersebut disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Geometri Lereng Tunggal Aktual

Geometri	Aktual
Tinggi <i>Bench</i> (m)	6 - 10
Lebar <i>Bench</i> (m)	7 - 10
<i>Inter-ramp</i> (m)	24 - 47
Sudut Tunggal Lereng ( $^{\circ}$ )	50 - 70

**Parameter Geomekanika Batuan Fresh****Tabel 2. Batuan Fresh**

Material	Berat Jenis ( $\text{kN/m}^3$ )	Kohesi (kPa)	Sudut Geser Dalam ( $^\circ$ )
Batubara	13,9	106	40,2
Sandstone	23,5	139,9	30,9
Mudstone	20,8	133,3	26,0
Average Material	18,7	88,5	23,6
Waste Dump	19,0	67,8	8,0

**Batuan Residual**

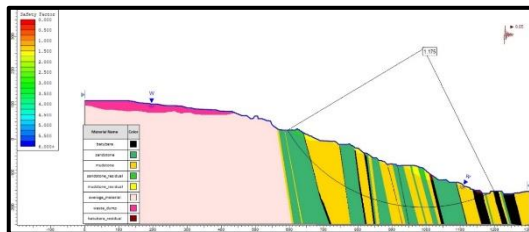
Dari hasil perhitungan didapatkan hasil nilai batuan residual berdasarkan kriteria keruntuhan generalized Hoek-Brown.

**Tabel 3. Batuan Residual**

Material	UCS (MPa)	RMR	GSI	mi	D
Sanstone	14,90	55	50	17	0,7
Mudstone	8,79	50	50	4	0,7

**Analisis Kestabilan Lereng**

Untuk menghitung kondisi kestabilan lereng atau indeks faktor keamanan menggunakan metode Bishop yang dibantu dengan *software roscience slide* dan muka air tanah diasumsikan *full saturated* (jenuh).

**Gambar 3. Penampang Kondisi Aktual**

Hasil analisis berdasarkan kondisi aktual sebagai berikut:

**Tabel 4. Faktor Keamanan Kondisi Aktual**

Bulan	Elevasi (mdpl)	Kondisi Air Tanah	Seismic Load	Overall Slope ( $^\circ$ )	Faktor Keamanan Kondisi Aktual
Maret	-155,0	Saturated	0,05	19	1,226
April	-155,0	Saturated	0,05	19	1,222
Mei	-159,4	Saturated	0,05	19	1,179
Juni	-164,7	Saturated	0,05	19	1,127

**Monitoring Pergerakan Lereng**

Monitoring dilakukan pada area spesifik yang ditargetkan untuk area lereng dengan resiko longsor yang tinggi dengan deformasi yang cepat dan runturan yang kecil.

**Tabel 5. Deformasi Bulan Maret-Juni 2018**

Bulan	Zona		
	Atas (mm)	Tengah (mm)	Bawah (mm)
Maret	355,53	352,49	399,93
April	273,82	269,18	215,60
Mei	682,68	658,22	724,00
Juni	1.159,98	1.102,67	955,89

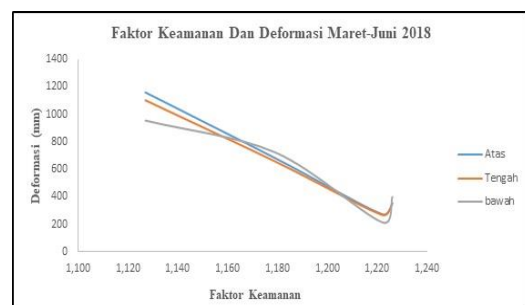
**Hubungan Deformasi dan Faktor Keamanan**

Dari hasil analisis faktor keamanan dan perhitungan deformasi yang telah dilakukan pada blok E1 wall barat didapatkan bahwa terdapat hubungan antara faktor keamanan kondisi aktual dengan deformasi yang terjadi pada bulan Maret – April 2018.

**Tabel 6. Hubungan Faktor Keamanan dan Deformasi**

Bulan	Faktor Keamanan	Zona		
		Atas (mm)	Tengah (mm)	Bawah (mm)
Maret	1,226	355,53	352,49	399,93
April	1,222	273,82	269,18	215,60
Mei	1,179	682,68	658,22	724,00
Juni	1,127	1.159,98	1.102,67	955,89

Hubungan tersebut ditunjukkan dengan adanya menurunnya faktor keamanan setiap bulan yang disertai dengan meningkatnya deformasi. Hasil dari Tabel 6 kemudian diinterpretasikan pada gambar sebagai berikut:

**Gambar 5. Hubungan Faktor Keamanan dan Deformasi**

Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa deformasi yang terjadi akan berbanding lurus dengan faktor keamanan yang tidak stabil. Selain itu, pada grafik tersebut juga menyatakan pada zona atas dan zona tengah pergerakan yang terjadi cenderung progresif seiring dengan menurunnya faktor keamanan. Dimana pada zona tersebut di dominasi oleh material *mudstone*.

Pada zona atas memiliki geometri lereng dengan tinggi *bench* berkisar 9 - 28 meter, lebar *bench* berkisar 3 - 41 meter dan *single slope* berkisar  $26^{\circ}$  -  $37^{\circ}$  dengan *overall slope* zona tengah sebesar  $18^{\circ}$ . Sedangkan pada zona tengah memiliki geometri lereng dengan tinggi *bench* berkisar 3 - 37 meter, lebar *bench* berkisar 10 - 51 meter dan *single slope* berkisar  $36^{\circ}$  -  $38^{\circ}$  dengan *overall slope* zona tengah sebesar  $21^{\circ}$ .

Sedangkan pada zona bawah deformasi cenderung stabil. Dimana zona tersebut memiliki geometri lereng dengan tinggi *bench* berkisar 8 - 9 meter, lebar *bench* berkisar 8 - 10 meter dan *single slope* berkisar  $35^{\circ}$  -  $51^{\circ}$  dengan *overall slope* zona tengah sebesar  $15^{\circ}$ .

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil dari perhitungan *rock mass rating* pada blok E1 *wall* barat pada batuan *sandstone* mempunyai nilai 55. Sedangkan pada batuan *mudstone* mempunyai nilai 50. Dari nilai tersebut, *sandstone* dan *mudstone* masuk kedalam kelas batuan III yaitu *fair rock*.
2. Berdasarkan hasil analisis blok E1 *wall* barat pada bulan Maret-Juni 2018 pada kondisi aktual diperoleh faktor keamanan yang masing-masingnya sebesar 1,226; 1,222; 1,179 dan 1,127.
3. Pada bulan Maret hingga April 2018 deformasi yang terdeteksi oleh *slope stability radar* pada bagian atas, tengah dan bawah sebesar 629,37 mm, 621,686 mm dan 615,537 mm. Pada bulan Mei 2018 deformasi lereng pada bagian atas, tengah dan bawah masing-masing sebesar 682,68 mm, 658,23 mm dan 724,00 mm. Sedangkan pada bulan Juni 2018 pada bagian atas, tengah dan bawah sebesar 1.159,98 mm, 1.102,67 mm dan 955,89 mm.

### Saran

Sebaiknya dalam pengambilan data tidak mengacu pada satu data untuk mewakili karakteristik massa batuan yang sejenis dan memperhitungkan aspek keadaan sekitar seperti *crack* yang ada pada daerah *crest*.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2018. 1827 K/30/MEM/2018 *tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang baik*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Anonim. 2012. *SNI 1726:2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung*. Badan Standardisasi Bangunan.
- Arif. Irwandy. 2016. *Geoteknik Tambang*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Bieniawski, ZT. 1989. "*Engineering Rock Mass Classifications*", John Wiley & Sons.
- Das, Braja. M. 2001. *Principles Of Geotechnical Engineering*. Thomson Canada Limited. Canada.
- Hoek, E., dan Brown, ET. 1997. "*Practical Estimates of Rock Mass Strength*". International Journal Rock Mechanics and Mining Science, 34(8), 1165-1186.
- Hoek, Evert. 2006. *Practical Rock Engineering*. Evert Hoek Consulting Engineer Inc. Canada.
- Palmstrom, Arild. 2001. *In-Situ Characterization Of Rocks*. A.A.Balkema Publishers. Australia.
- Read, John dan Stacey, Peter. 2009. *Open Pit Slope Design*. A.A.Balkema Publishers. Australia.
- Saptono, Singgih, 2013. *Using The Schmidt Hammer On Rock Mass Characteristic In Sedimentary Rock At Tutupan Coal Mine*. Procedia Earth and Planetary Science 6 (2013) 390-395.
- Slide. *User Guide Slide*. Rocscience, Kanada.
- Subekti, Imam. 2017. *Geologi Teknik*. Teknosain. Yogyakarta
- Wyllie, Duncan. C dan Mah, C. W. 2004. *Rock Slope Engineering*. Civil And Mining (4<sup>th</sup> ed.). Spon Press. New York.